



DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets ⁶ : H04B 7/204, 7/04	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 97/01226
		(43) Date de publication internationale: 9 janvier 1997 (09.01.97)

(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR96/00934
(22) Date de dépôt international: 18 juin 1996 (18.06.96)

(30) Données relatives à la priorité:
95/07587 23 juin 1995 (23.06.95) FR

(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): THOMSON-CSF [FR/FR]; 173, boulevard Haussmann, F-75008 Paris (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (US seulement): MONOT, Jean-Jacques [FR/FR]; Thomson-CSF S.C.P.I., Boîte postale 329, F-92402 Courbevoie Cédex (FR). BERRANGER, Robert [FR/FR]; Thomson-CSF S.C.P.I., Boîte postale 329, F-92402 Courbevoie Cédex (FR). MULTEDO, Gilbert [FR/FR]; Thomson-CSF S.C.P.I., Boîte postale 329, F-92402 Courbevoie Cédex (FR).

(81) Etats désignés: CA, US, brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Publiée

Avec rapport de recherche internationale.

(54) Title: METHOD FOR SETTING TRANSMIT AND RECEIVE CHAINS OF CHANNELS FORMED BY A MOBILE RADIO SYSTEM BASE STATION

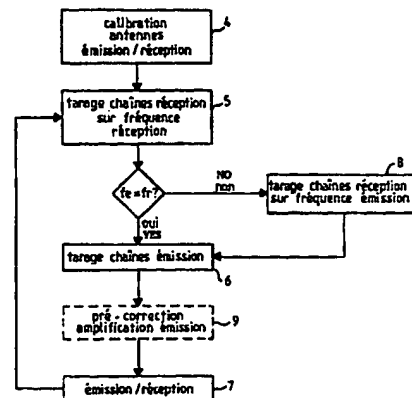
(54) Titre: PROCEDE DE TARAGE DES CHAINES EMISSION ET RECEPTION DES VOIES FORMEES PAR UNE STATION DE BASE D'UN SYSTEME DE RADIOCOMMUNICATION ENTRE MOBILES

(57) Abstract

A method comprising a step (4) of calibrating an antenna base, followed by a step (5) of setting receive chains for each channel, wherein a first predetermined setting signal is synchronously transmitted over each receive chain, and an equalisation filter is computed for reversing the transfer functions for each receive chain; a step (6) of setting transmit chains for each channel, wherein a second predetermined setting signal is synchronously transmitted over each transmit chain, a portion of the transmit signal is taken from each channel prior to transmission to the antenna base and fed back into the receive chains, and an equalisation filter is computed for reversing the transfer functions for each transmit chain; and a step (7) of receiving signals from the antenna base via the equalisation filters previously computed for the receive chains, or transmitting signals from a multichannel transmitting/receiving device via the equalisation filters previously computed for the transmit chains. The method is useful for communication between mobile stations and a base station, in particular using a space division multiple access technique.

(57) Abrégé

L'invention consiste après une étape (4) de calibration de la base d'antennes: dans une étape (5) de tarage des chaînes de réception relatives à chaque voie, à distribuer un premier signal de tarage déterminé, de manière synchrone sur chacune des chaînes de réception, à calculer un filtre d'égalisation inversant les fonctions de transfert relatives à chaque chaîne de réception; dans une étape (6) de tarage des chaînes d'émission relatives à chaque voie, à distribuer un deuxième signal de tarage déterminé, de manière synchrone sur chacune des chaînes d'émission, à prélever dans chacune des voies une partie du signal d'émission avant sa transmission à la base d'antennes pour le réinjecter dans les chaînes de réception, et à calculer un filtre d'égalisation inversant les fonctions de transfert relatives à chaque chaîne d'émission; à effectuer (7) la réception des signaux en provenance de la base d'antennes à travers les filtres d'égalisation précédemment calculés pour les chaînes de réception, ou l'émission des signaux en provenance du dispositif d'émission/réception multivoie à travers les filtres d'égalisation précédemment calculés pour les chaînes d'émission. Applications: communication entre mobiles et une station de base utilisant notamment une technique AMRS.



4. CALIBRATE TRANSMISSION/RECEIVING ANTENNAS
5. SET RECEIVE CHAINS TO RECEPTION FREQUENCY
6. SET RECEIVE CHAINS TO TRANSMISSION FREQUENCY
7. SET TRANSMIT CHAINS
8. PRE-CORRECT TRANSMISSION AMPLIFICATION
9. TRANSMIT/RECEIVE

UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AT	Arménie	GB	Royaume-Uni	MW	Malawi
AT	Autriche	GE	Géorgie	MX	Mexique
AU	Australie	GN	Guinée	NE	Niger
BB	Barbade	GR	Grèce	NL	Pays-Bas
BE	Belgique	HU	Hongrie	NO	Norvège
BF	Burkina Faso	IE	Irlande	NZ	Nouvelle-Zélande
BG	Bulgarie	IT	Italie	PL	Pologne
BJ	Bénin	JP	Japon	PT	Portugal
BR	Brésil	KE	Kenya	RO	Roumanie
BY	Bélarus	KG	Kirghizistan	RU	Fédération de Russie
CA	Canada	KP	République populaire démocratique de Corée	SD	Soudan
CF	République centrafricaine	KR	République de Corée	SE	Suède
CG	Congo	KZ	Kazakhstan	SG	Singapour
CH	Suisse	LI	Liechtenstein	SI	Slovénie
CI	Côte d'Ivoire	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
CM	Cameroon	LK	Sri Lanka	SN	Sénégal
CN	Chine	LR	Libéria	SZ	Swaziland
CS	Tchécoslovaquie	LT	Lituanie	TD	Tchad
CZ	République tchèque	LU	Luxembourg	TG	Togo
DE	Allemagne	LV	Lettonie	TJ	Tadjikistan
DK	Danemark	MC	Monaco	TT	Trinité-et-Tobago
EE	Estonie	MD	République de Moldova	UA	Ukraine
ES	Espagne	MG	Madagascar	UG	Ouganda
FI	Finlande	ML	Mali	US	Etats-Unis d'Amérique
FR	France	MN	Mongolie	UZ	Ouzbékistan
GA	Gabon	MR	Mauritanie	VN	Viet Nam

**Procédé de tarage des chaînes émission et réception des
voies formées par une station de base d'un système
de radiocommunication entre mobiles.**

5 La présente invention concerne un procédé et un dispositif pour sa mise en oeuvre de tarage des chaînes d'émission et de réception des voies formées par un dispositif d'émission/réception multivoie d'une station de base d'un système de radiocommunications, utilisant notamment une technique d'émission/réception multivoie connue sous l'abréviation AMRS
10 signifiant "Accès Multiple à Répartition Spatiale".

 Les systèmes de radiocommunication avec des mobiles sont pour la plupart basés sur le concept de réseau cellulaire, pour lequel une station de base communique avec un certain nombre de mobiles dans la cellule dont elle a la charge.

15 Les stations de base n'utilisent actuellement pour l'émission et la réception des signaux que des systèmes antennaires simples soit de type mono-capteur ou de type multi-capteur, avec combinaison RF pour assurer une couverture complète, soit de type bi-capteur avec sélection pour obtenir une diversité d'espace en réception.

20 Le concept de l'AMRS, maintenant bien répandu dans la littérature, a pour but d'augmenter la capacité d'une station de base en effectuant une émission et une réception multivoie de manière adaptative et intelligente.

 La mise en place de cette technique se heurte toutefois à des
25 problèmes de mise en oeuvre et de maîtrise des distorsions dans les chaînes d'émission et de réception. En particulier, le phénomène le plus perturbant est le désappairage des voies en phase et en amplitude. En réception, ce phénomène empêchera une localisation correcte du mobile et donc l'affectation d'une fréquence AMRS. En émission, ce problème pourra
30 provoquer l'émission d'un signal dans une direction non désirée.

 Les techniques pour pallier à ces problèmes sont bien connues pour la réception, car mises en oeuvre dans les radiogoniomètres et consistent à effectuer une calibration de la base d'antenne puis un tarage fréquent des voies de réception.

En émission, le problème est plus complexe, car il s'agit d'effectuer un tarage des voies émission (après calibration de la base d'antennes) tout en étant indépendant de la structure de la base d'antennes.

L'invention a pour but de pallier les inconvénients précités.

5 A cet effet, l'invention a pour objet un procédé permettant le tarage régulier de la chaîne d'émission et de réception de chacune des voies formées par une station de base d'un système de radiocommunication avec des mobiles, comportant une base d'antennes émission/réception et un dispositif d'émission/réception multivoie, caractérisé en ce qu'il consiste
10 après une étape de calibration de la base d'antennes :

- dans une étape de tarage des chaînes de réception relatives à chaque voie, à distribuer un premier signal de tarage déterminé, de manière synchrone sur chacune des chaînes de réception, à calculer un filtre d'égalisation inversant les fonctions de transfert relatives à chaque chaîne
15 de réception,

- dans une étape de tarage des chaînes d'émission relatives à chaque voie, à distribuer un deuxième signal de tarage déterminé, de manière synchrone sur chacune des chaînes d'émission, à prélever dans chacune des voies une partie du signal d'émission avant sa transmission à
20 la base d'antennes pour le réinjecter dans les chaînes de réception, et à calculer un filtre d'égalisation inversant les fonctions de transfert relatives à chaque chaîne d'émission,

- à effectuer la réception des signaux en provenance de la base d'antennes à travers les filtres d'égalisation précédemment calculés pour les
25 chaînes de réception, ou l'émission des signaux en provenance du dispositif d'émission/réception multivoie à travers les filtres d'égalisation précédemment calculés pour les chaînes d'émission.

La présente invention a pour avantage d'effectuer un tarage des voies émission et réception d'un système de radiocommunication exploitant
30 une technique AMRS, permettant d'assurer la maîtrise du front d'onde des signaux reçus et émis par le système en utilisant des signaux de tarage évitant les phénomènes de couplage entre antennes.

D'autres avantages et caractéristiques de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description qui suite faite en
35 regard des figures annexées qui représentent :

- la figure 1, un système de radiocommunication intégrant un dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'invention,
 - la figure 2, un schéma synoptique du procédé selon l'invention,
 - la figure 3, un schéma fonctionnel d'un dispositif pour la mise en
- 5 oeuvre du procédé selon l'invention
- la figure 4, une représentation fréquentielle et temporelle du signal de tarage des chaînes d'émission,
 - la figure 5, une première solution de répartition des porteuses à l'intérieur de la bande utile,
- 10 - la figure 6, une deuxième solution de répartition des porteuses à l'intérieur de la bande utile,
- la figure 7a et 7b, respectivement la zone linéaire de l'amplification des chaînes d'émission, et l'effet de distorsion de phase en fonction de l'amplitude de l'enveloppe modulante, et
- 15 - la figure 8, un schéma fonctionnel correspondant à l'étage de pré-correction de l'amplification de la chaîne d'émission.

Un dispositif 1 mettant en oeuvre le procédé selon l'invention est disposé en interface entre un dispositif d'émission/réception AMRS 2 et une base d'antennes 3, comme indiqué sur la figure 1.

- 20 Il est par conséquent indépendant des traitements AMRS effectué par le dispositif ad hoc et met en oeuvre autant de voies émission et de voies réception que d'antennes.

La figure 2 illustre un schéma synoptique du procédé selon l'invention.

- 25 Après une première étape 4 de calibration des antennes de la base d'antennes, le procédé selon l'invention consiste dans une deuxième étape 5, au tarage des chaînes de réception relatives à chaque voie, puis dans une troisième étape 6, au tarage des chaînes d'émission relatives à chaque voie.

- 30 Une fois le tarage effectué, dans une quatrième étape 7, la réception ou l'émission des signaux respectivement reçus par la base d'antenne 3 ou émis par le dispositif d'émission/réception 2, est effectuée.

- A l'étape 8, dans le cas où les fréquences des signaux de réception et d'émission sont différentes, le tarage des chaînes de réception
- 35 de chacune des voies est effectué à la fréquence du signal d'émission.

Pour pallier la non-linéarité des chaînes d'amplification à l'émission, une étape 9 permet une pré-correction de ces chaînes.

Un dispositif de tarage pour la mise en oeuvre du procédé selon l'invention est illustré par le schéma fonctionnel de la figure 3.

5 Il est disposé en interface entre le dispositif d'émission/réception multivoie 2, notamment AMRS, et la base d'antennes 3. A chaque antenne, non représentée, correspond une voie formée pour l'émission et la réception. Sur la figure, trois voies i avec $i = 1$ à 3, sont représentées respectivement par trois plans superposés.

10 Chaque voie i comporte :

- une chaîne d'émission 10 i et de réception 11 i ,
- un filtre d'égalisation 12 i du signal d'émission couplé en entrée de la chaîne d'émission 10 i ,
- un filtre d'égalisation 13 i du signal de réception couplé en sortie de la chaîne de réception 11 i .

15 - un commutateur d'entrée 14 i et 15 i et de sortie 16 i et 17 i , respectivement pour la chaîne d'émission 10 i et la chaîne de réception 11 i , permettant au dispositif de passer dans les différents modes de fonctionnement : tarage réception, tarage émission, émission/réception.

20 - un coupleur 18 i disposé en sortie de la chaîne d'émission 10 i , après le commutateur de sortie 16 i de la chaîne d'émission 10 i , permettant de prélever une partie du signal d'émission avant sa transmission à la base d'antennes 3, pour l'injecter à l'entrée de la chaîne de réception 11 i , via le commutateur d'entrée 15 i de la chaîne de réception 11 i .

25 Le filtre d'égalisation 12 i en émission est disposé en entrée de voie i , avant le commutateur 14 i d'entrée de la chaîne d'émission 10 i , et le filtre d'égalisation 13 i en réception est disposé en sortie de voie i , après le commutateur 17 i de sortie de la chaîne de réception 11 i .

Le dispositif comporte ensuite en commun pour toutes les voies i :

30 - un premier générateur de signal de tarage 19 des chaînes d'émission 10 i , couplé à un premier module de distribution 20 distribuant un premier signal de tarage déterminé sur les chaînes d'émission 10 i de chacune des voies i via le commutateur d'entrée 14 i de la chaîne d'émission 10 i , disposé en sortie du filtre d'égalisation 12 i . La génération de signal de

tarage peut être réalisée directement dans le dispositif émission/réception multivoie.

- un deuxième générateur de signal de tarage 21 des chaînes de réception 11i, couplé à un deuxième module de distribution 22 distribuant un
5 deuxième signal de tarage déterminé sur les chaînes de réception de chacune des voies i via le commutateur d'entrée 15i de la chaîne de réception 11i, et

- un analyseur des signaux de tarage 23 permettant l'analyse des différents signaux de tarage pour adapter les filtres d'égalisation 12i et 13i
10 respectifs aux chaînes d'émission 10i et de réception 11i.

Le dispositif peut comporter en outre un étage de pré-correction 24 des chaînes d'émission disposé entre le filtre d'égalisation 12i et la chaîne d'émission 10i et représenté en trait interrompu sur la figure.

L'analyseur de tarage 23 permet également dans ce cas l'analyse
15 des signaux de correction.

Une description détaillée du fonctionnement du dispositif de tarage pour la mise en oeuvre du procédé selon l'invention est donnée ci-après :

Le tarage 5 des chaînes de réception 11i a pour but de corriger
20 les dérives des fonctions de transfert des chaînes de réception 11i. Ces dérives sont principalement dues aux variations de température à l'intérieur des équipements.

Les filtres d'égalisation 13i en sortie des chaînes de réception 11i ont des fonctions de transfert dont il faut par conséquent suivre l'évolution,
25 en effectuant un tarage 5 de manière cyclique.

Le tarage 5 s'effectue en injectant un signal de tarage dont les caractéristiques sont supposées connues, et en effectuant des mesures permettant de déterminer les fonctions de transfert afin de les corriger. Pour simplifier les mesures, le signal de tarage est constitué de plusieurs
30 porteuses qui permettent d'effectuer une discrétisation fréquentielle des fonctions de transfert.

Les traitements effectués dans un processeur du dispositif émission/réception AMRS étant sensibles aux écarts différentiels d'une voie i à l'autre, ce ne sont pas les fonctions de transfert absolues qu'il faut
35 corriger mais uniquement les écarts différentiels d'une voie i à l'autre.

En notant $H_i(f)$ la fonction de transfert de la voie i , et \underline{m}_i le vecteur des gains complexes mesurés, on obtient :

$$\underline{m}_i(k) = \frac{H_i(f_k)}{H_1(f_k)} \quad k = 1, \dots, N \quad (1)$$

5

la voie 1 servant de référence, f_k étant les fréquences utilisées pour effectuer les mesures et N le nombre de porteuses utilisées.

La mesure des réponses des filtres d'égalisation 13i aux différentes fréquences peuvent être effectuées par FFT, abréviation anglo-saxonne pour "Fast Fourier Transform" ou DFT, abréviation anglo-saxonne pour "Discrete Fourier Transform". Il est préférable de les effectuer successivement et d'utiliser une DFT pour effectuer la mesure, afin d'éviter tout problème d'intermodulation. Dans le cas d'une mesure par FFT, les fréquences utilisées doivent être placées de manière orthogonale, c'est à dire avec un écart en fréquence égal à l'inverse de la durée de la mesure FFT.

15

Il faut donc calculer un jeu de p coefficients d'un filtre FIR, \underline{w}_i , abréviation pour "Filtre à Réponse Impulsionnelle Finie" pour chacune des chaînes de réception 11i, de telle manière que :

20

$$\left(\frac{H_i(f_k)}{H_1(f_k)} \right) \cdot H_{wi}(f) \approx 1 \quad (2)$$

pour tout f appartenant à la bande utile.

La fonction de transfert $H_{wi}(f)$ est obtenue de la manière suivante :

25

$$H_{wi}(f) = \sum_{l=1}^p \underline{w}_l(l) \cdot e^{2j\pi fl} \quad (3)$$

Ne connaissant les fonctions de transfert différentielles que pour un ensemble discret de fréquences $\{f_k\}$, une manière simple d'obtenir \underline{w}_i consiste à minimiser au sens des moindres carrés l'erreur entre la fonction de transfert désirée et celle d'un filtre FIR à p coefficients, pour l'ensemble des fréquences mesurées, soit :

30

$$\min_{\underline{w}_i} \|\underline{m}'_i - F \cdot \underline{w}_i\|^2 \quad (4)$$

avec :

$$\underline{m}'_i(k) = \frac{1}{\underline{m}_i(k)}$$

et F une matrice pxN telle que :

$$F(m,n) = \exp(-2.j.\pi.f_m.n) \quad (5)$$

où m et n représentent respectivement la m-ième ligne et la ni-ème colonne de la matrice,

f_m étant la m-ième fréquence normalisée de tarage.

Ce qui conduit à la solution :

$$\underline{w}_i = [F^+.F]^{-1} \cdot F^+ \cdot \underline{m}'_i \quad (6)$$

où "+" en exposant correspond à l'opération de transposition conjuguée.

L'intérêt d'une telle approche réside dans le fait que la matrice $[F^+.F]^{-1} \cdot F^+$ (de dimension pxN) est constante et peut donc de ce fait être calculée une fois pour toute, ce qui rend aisée et peu coûteuse en puissance de calcul l'obtention de \underline{w}_i .

Un compromis apparaît alors sur le nombre de coefficients p. Une forte valeur pour ce dernier (c'est à dire proche de N) conduit à une erreur quadratique faible mais à une instabilité importante sur la fonction de transfert entre les fréquences mesurées f_k .

Une valeur optimale est comprise en N/2 et N/3, ce qui assure une correction à 0,5° et 0,1 dB près.

Le filtre 11i doit également être convolué avec un filtre passe bande pour assurer une atténuation en dehors de la bande utile.

Le principal problème posé pour le tarage des chaînes d'émission 10i est de rendre le dispositif 1 indépendant de la base d'antennes 3 à laquelle il est connecté. Cette indépendance permet d'utiliser différentes

sortes de base d'antennes 3 pour la fonction AMRS (base d'antennes pentagonales, linéaires, etc.).

L'étape 6 de tarage des voies émission du procédé selon l'invention consiste à effectuer au préalable une calibration de la base
5 d'antennes à la fréquence d'émission f_e afin de disposer d'une table de calibration. Une fois cette calibration effectuée, un tarage est effectué de façon régulière (comme en réception) afin de suivre les variations de désappariage des chaînes d'émission 10i au cours du temps.

Pour cela, le signal d'émission est prélevé, à l'aide du coupleur
10 18i, situé en sortie du dispositif 1. Ce signal est réinjecté dans la chaîne de réception 11i, tarée au préalable.

Dans le cas d'un fonctionnement en duplex sur des fréquences différentes pour l'émission f_e et la réception f_r , il est nécessaire de permettre la réception, par les chaînes de réception 11i, de la fréquence d'émission f_e ,
15 et d'effectuer le tarage des chaînes de réception 11i à cette fréquence f_e .

Afin d'éviter tout problème de couplage entre les antennes de la base d'antennes 3, pouvant affecter la mesure (car la base d'antennes 3 n'est pas déconnectée), il ne faut pas injecter le même signal de tarage sur chacune des chaînes d'émission 10i car cela conduirait à recevoir sur une
20 voie i le signal émis par les autres voies i, via la base d'antennes 3.

Une solution selon l'invention consiste à envoyer, sur chacune des chaînes d'émission 10i des signaux de tarage différents comportant des porteuses placées de manière orthogonale : une porteuse à la fréquence f_1 pour la chaîne d'émission 10₁ de la voie 1, une porteuse à la fréquence f_2
25 pour la chaîne d'émission 10₂ de la voie 2, et une porteuse à la fréquence f_N pour la chaîne d'émission 10_N ; l'écart entre les porteuses est fixé par la durée d'observation T de la mesure. Ces signaux sont émis de manière synchrone sur chacune des voies i afin de permettre une mesure de phase précise. Ce synchronisme impose :

- 30 - un générateur de tarage numérique 19 commun aux différentes voies i,
- des convertisseurs analogique/numérique, non représentés, utilisant la même horloge d'échantillonnage, et
- une référence de fréquence commune distribuée sur chacune
35 des voies i pour les fonctions de transposition.

Comme représenté sur la figure 4, le principe d'orthogonalité consiste à sélectionner des fréquences $1/T$ telles que leur écart en fréquence soit inversement égal à la durée d'observation T . En effet, si l'on effectue une détection des porteuses par DFT ou FFT, sans fenêtre de pondération, la réponse fréquentielle est telle que les autres porteuses sont

situées aux minimas de cette réponse (en $\sin x/x$). Deux solutions sont envisageables, suivant le niveau de distorsion engendré par la chaîne d'émission 10i. Si celle-ci n'engendre qu'un déphasage fixe pour toute la bande utile, la première solution est de

généraliser autant de porteuses que de voies i , en les plaçant le plus possible au centre de la bande utile.

Cette première solution est illustrée par la figure 5.

Soit m_i le gain complexe différentiel mesuré pour la voie i , alors le filtre d'égalisation 12i présente un gain complexe égal à :

15

$$m'_i = \frac{1}{m_i} \quad (7)$$

Si les chaînes émissions 10i provoquent des distorsions de phase et d'amplitude importantes dans la bande utile, le filtre d'égalisation 12i effectue un filtrage. La méthode utilisée est donc la même que pour le

tarage 5 à la réception, mais cette fois-ci avec des mesures effectuées par sous-gammes, mais toujours avec des fréquences différentes pour chacune des voies émission.

Cette deuxième solution est illustrée par la figure 6. Soit \underline{m}_i le vecteur des gains complexes différentiels mesurés pour chacune des sous-gammes de la voie i , alors le filtre d'égalisation 12i de la voie i est un filtre FIR dont le vecteur de coefficients s'écrit selon l'équation suivante :

30

$$\underline{w}_i = [F^+ \cdot F]^{-1} \cdot F^+ \cdot \underline{m}_i \quad (8)$$

avec \underline{m}_i le vecteur des gains complexes inverses.

Toutes les mesures de tarage sont effectuées dans la zone linéaire des amplificateurs, non représentés, des différentes chaînes

d'émission 10i. Malheureusement, les amplificateurs utilisés ont une amplification linéaire dans une zone restreinte de niveau d'entrée, comme illustré à la figure 7a.

Les amplificateurs provoquent en effet une distorsion de phase PM et d'amplitude AM qui dépend uniquement de l'amplitude de l'enveloppe modulante comme illustré à la figure 7b.

Le dispositif émission/réception AMRS 2 effectue de la formation de faisceaux en combinant plusieurs émissions avec des pondérations complexes différentes d'une voie à l'autre. Ceci a pour conséquence de présenter des signaux en entrée des amplificateurs des chaînes d'émission 10i, ayant des niveaux différents sur chaque voie i. Ainsi, les points de fonctionnement des amplificateurs ne sont pas les mêmes, ce qui entraîne une distorsion de phase différente pour chaque voie i.

Afin de pallier à ce problème de distorsion de phase et d'amplitude, le procédé selon l'invention effectue une pré-correction 9 des chaînes d'émission 10i. Celle-ci est obtenue grâce une mesure de la fonction de transfert en phase et amplitude des amplificateurs à l'aide d'un étage de pré-correction 24i. La mesure consiste à effectuer une détection de l'amplitude instantanée, ainsi que de la phase instantanée du signal modulant. Dans le cas d'un traitement en bande base :

$$\rho_k = \sqrt{I_k^2 + Q_k^2} \quad (9)$$

$$\theta_k = \arctg\left(\frac{I_k}{Q_k}\right)$$

où ρ_k : module instantané du signal

θ_k : phase instantanée du signal

soit :

$$I_k = \rho_k \cdot \cos(\theta_k) \quad (10)$$

$$Q_k = \rho_k \cdot \sin(\theta_k)$$

I_k et Q_k représentant respectivement les signaux complexes, en phase et en quadrature de phase.

Les fonctions de transfert des amplificateurs seront appelées f et g :

$$\begin{aligned} \rho_{out} &= f(\rho_{in}) \\ \theta_{out} &= \theta_{in} + \Delta\theta_k = \theta_{in} + g(\rho_{in}) \end{aligned} \quad (11)$$

Cette étape 9 de pré-correction consiste donc à appliquer la fonction inverse de la fonction de transfert de l'amplificateur de la chaîne d'émission 10i, qui est stockée dans des tables AM/AM et AM/PM, comme représenté sur la figure 8.

$$\begin{aligned} \rho'_k &= f'(\rho_k) \\ \theta_k &= \theta_k + \Delta\theta_k = \theta_k + g'(\rho_k) \end{aligned} \quad (12)$$

Les fonctions f' et g' de pré-correction sont obtenues en fonction des fonctions f et g de transfert de l'amplificateur en résolvant le système suivant :

$$\begin{cases} \rho'_k = f(\rho'_k) = f(f'(\rho_k)) = G \cdot \rho_k \\ \theta'_k = \theta_k + g(\rho'_k) = \theta_k + g(f'(\rho_k)) + g'(\rho_k) = \theta_k \end{cases} \quad (13)$$

avec G le gain fixe du couple correcteur 24i - amplificateur de la chaîne d'amplification 10i.

soit :

$$\begin{cases} f'(\rho_k) = f^{-1}(G \cdot \rho_k) \\ g'(\rho_k) = -g(f^{-1}(G \cdot \rho_k)) \end{cases} \quad (14)$$

REVENDICATIONS

1. Procédé permettant le tarage régulier de la chaîne d'émission et de réception de chacune des voies formées par une station de base d'un système de radiocommunication avec des mobiles, comportant une base d'antennes émission/réception et un dispositif d'émission/réception multivoie, caractérisé en ce qu'il consiste après une étape de calibration (4) de la base d'antennes :

- dans une étape (5) de tarage des chaînes de réception relatives à chaque voie, à distribuer un premier signal de tarage déterminé, de manière synchrone sur chacune des chaînes de réception, à calculer un filtre d'égalisation inversant les fonctions de transfert relatives à chaque chaîne de réception,

- dans une étape (6) de tarage des chaînes d'émission relatives à chaque voie, à distribuer un deuxième signal de tarage déterminé, de manière synchrone sur chacune des chaînes d'émission, à prélever dans chacune des voies une partie du signal d'émission avant sa transmission à la base d'antennes pour le réinjecter dans les chaînes de réception, et à calculer un filtre d'égalisation inversant les fonctions de transfert relatives à chaque chaîne d'émission.

- à effectuer (7) la réception des signaux en provenance de la base d'antennes à travers les filtres d'égalisation précédemment calculés pour les chaînes de réception, ou l'émission des signaux en provenance du dispositif d'émission/réception multivoie à travers les filtres d'égalisation précédemment calculés pour les chaînes d'émission.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, dans le cas où la fréquence (f_e) du signal d'émission est différente de la fréquence (f_r) du signal de réception (8), il consiste à effectuer le tarage des chaînes de réception à la fréquence du signal d'émission (f_e) pour permettre le tarage des chaînes d'émission.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'une pré-correction (9) effectuée sur la chaîne d'émission de chacune des voies consiste à inverser les fonctions de

transfert en amplitude et en phase des amplificateurs des chaînes d'émission de chacune des voies, mesurées dans l'analyse des signaux de tarage.

5 4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 3 caractérisé en ce l'analyse des signaux de tarage de la chaîne de réception consiste à effectuer une approximation de la fonction de transfert du filtre d'égalisation de la chaîne de réception par une méthode des moindres carrés.

10

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'analyse des signaux de tarage de la chaîne d'émission consiste à effectuer une mesure de gains différentiels entre chacune des voies après le filtrage d'égalisation des chaînes de réception
15 sur chacune des voies.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le tarage de la chaîne d'émission de chacune des voies s'effectue à une puissance déterminée pour rester dans la zone de
20 linéarité, de l'amplificateur de la chaîne d'émission.

7. Dispositif de tarage (1) des chaînes émission et réception des voies formées par une station de base d'un système de radiocommunication entre mobiles comportant une base d'antennes émission/réception (3) et un
25 dispositif d'émission/réception multivoie (2), pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il est disposé en interface entre le dispositif d'émission/réception multivoie (2) et la base d'antennes (3),

en ce qu'il comporte pour chaque voie (i) :
30 - une chaîne d'émission (10i) et de réception (11i),
 - un filtre d'égalisation (12i) du signal d'émission couplé en entrée de la chaîne d'émission (10i),
 - un filtre d'égalisation (13i) du signal de réception couplé en sortie de la chaîne de réception (11i),

- un commutateur d'entrée (14i et 15i) et de sortie (16i et 17i) respectivement pour la chaîne d'émission (10i) et la chaîne de réception (11i) permettant au dispositif de passer dans les différents modes de fonctionnement : tarage réception, tarage émission, émission/réception,

5 - un coupleur (18) disposé en sortie de la chaîne d'émission (10i) après le commutateur de sortie (16i) de la chaîne d'émission (10i), permettant de prélever une partie du signal d'émission avant sa transmission à la base d'antennes (3) pour l'injecter à l'entrée de la chaîne de réception (11i),

10 et en ce qu'il comporte en commun pour toutes les voies (i) :

 - un premier générateur (19) de signal de tarage des chaînes d'émission (10i) couplé à un premier module de distribution (20) distribuant un premier signal de tarage déterminé sur les chaînes d'émission (10i) de chacune des voies (i) par l'intermédiaire du commutateur d'entrée (14i) de la
15 chaîne d'émission (10i),

 - un deuxième générateur (21) de signal de tarage des chaînes de réception (11i) couplé à un deuxième module de distribution (22) distribuant un deuxième signal de tarage déterminé sur les chaînes de réception (11i) de chacune des voies (i) par l'intermédiaire du commutateur
20 d'entrée (15i) de la chaîne de réception (11i), et

 - un analyseur des signaux de tarage (23) permettant l'analyse des différents signaux de tarage pour adapter les filtres d'égalisation (12i et 13i) des chaînes d'émission (10i) et de réception (11i).

25 8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'un étage de pré-correction (24) de la chaîne d'émission (10i) est disposé entre le filtre d'égalisation (12i) de la chaîne d'émission (10i) et la chaîne d'émission (10i).

30 9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 et 8, caractérisé en ce que le filtre d'égalisation (13i) de la chaîne de réception (11i) est un filtre à réponse impulsionnelle finie dont les coefficients sont déterminés par une méthode des moindres carrés.

10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, caractérisé en ce que le signal émis par le générateur de tarage (19) des chaînes d'émission (10i) est constitué de porteuses orthogonales, et en ce qu'il est émis simultanément sur chacune des chaînes d'émission (10i).

5

11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 à 10, caractérisé en ce que le filtre d'égalisation (12i) de la chaîne d'émission (10i) est un filtre à réponse impulsionnelle finie dont les coefficients sont déterminés par une méthode des moindres carrés.

10

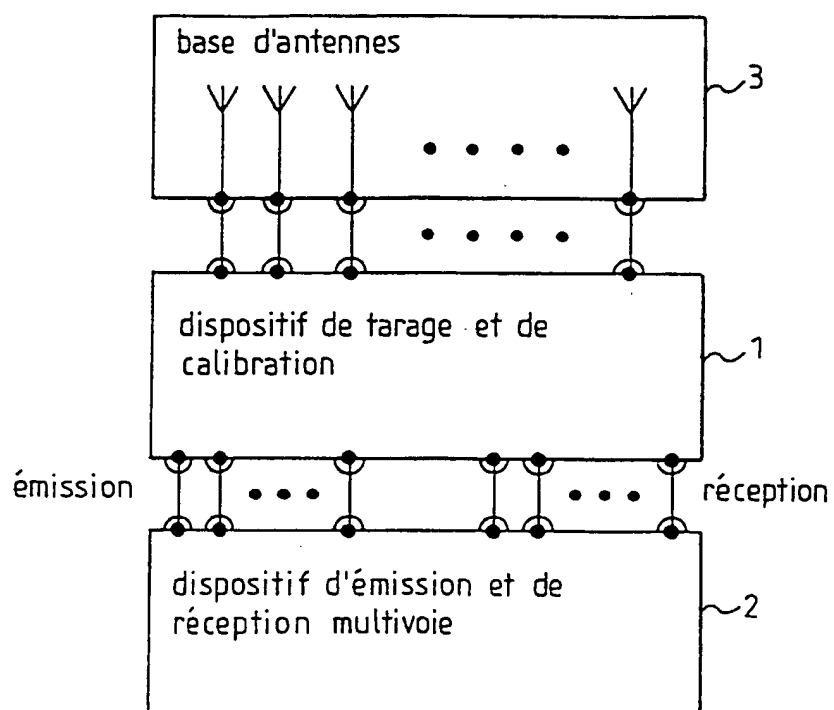


FIG. 1

2/5

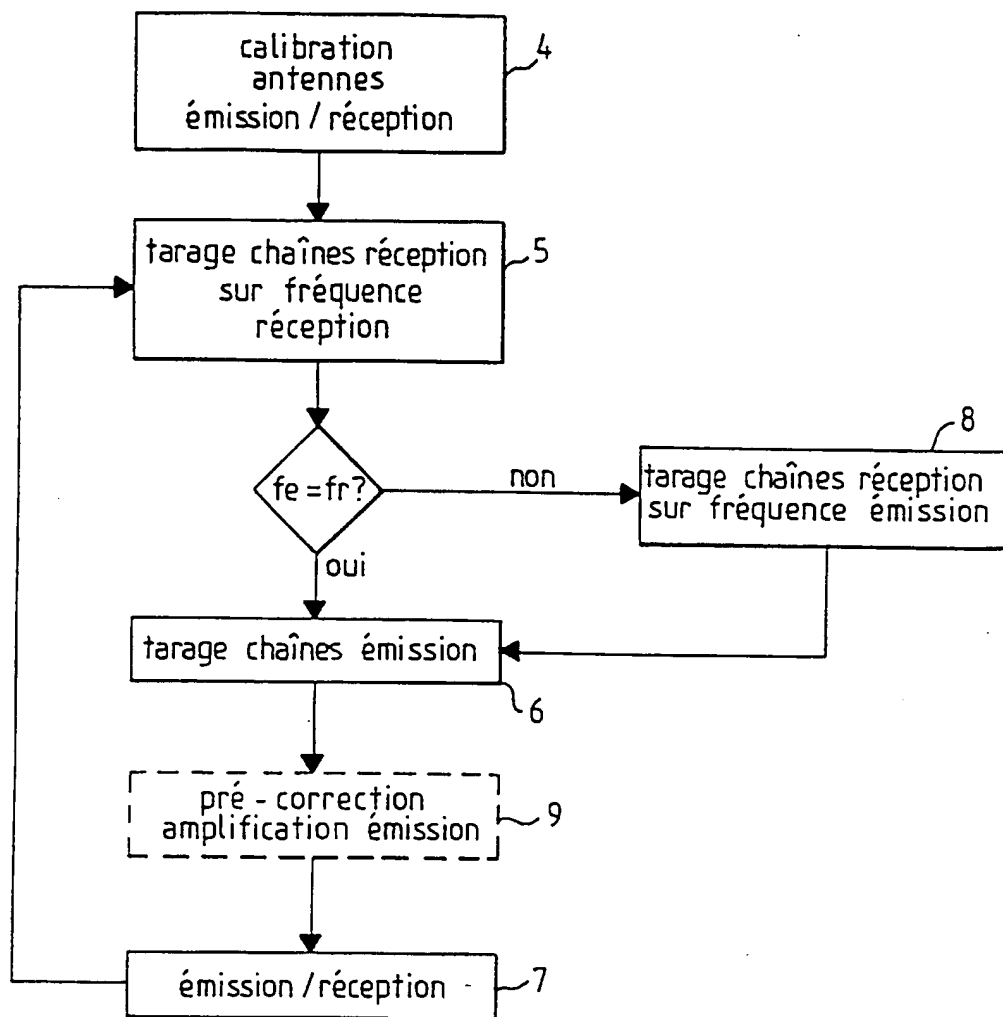


FIG.2

3/5

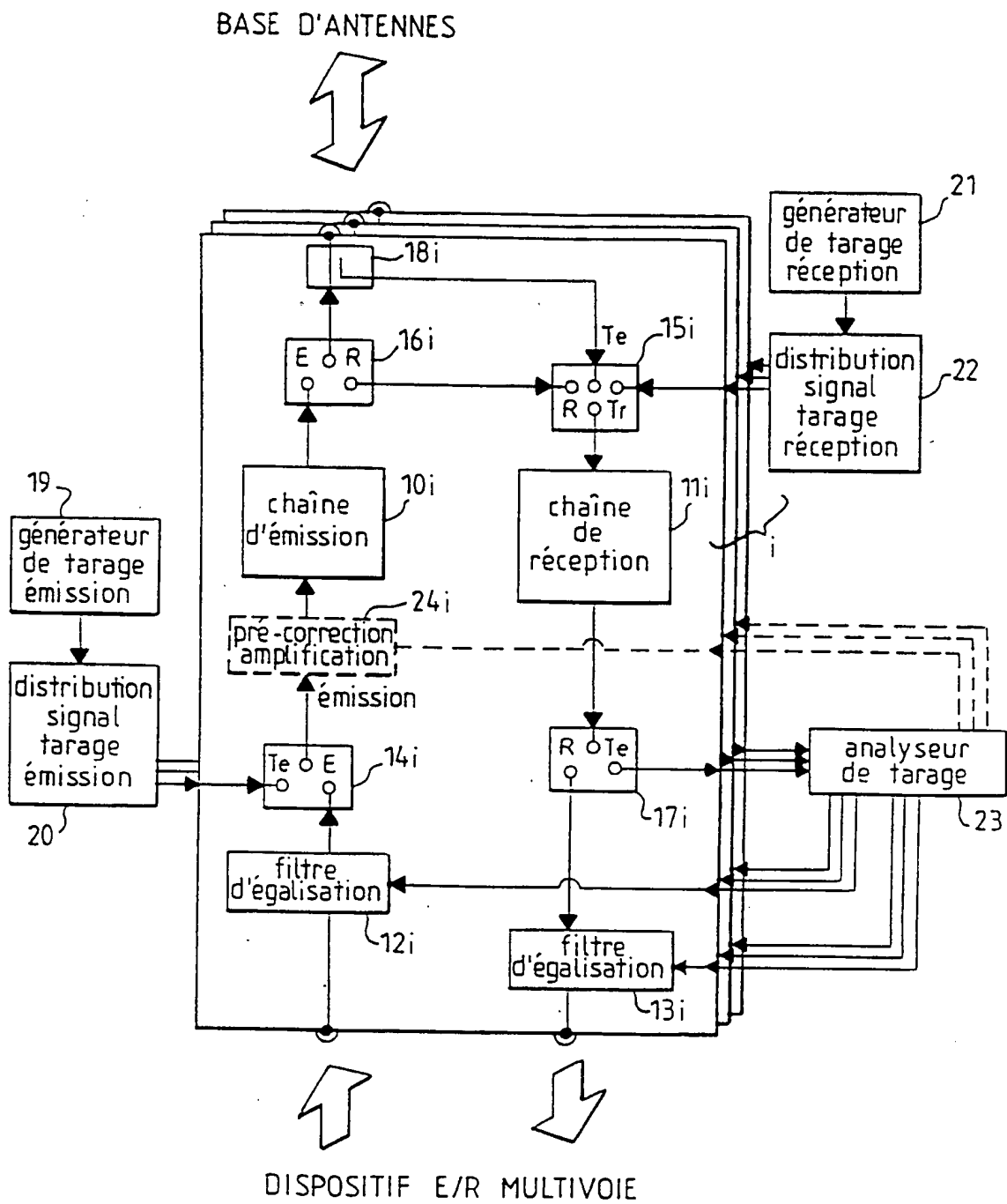
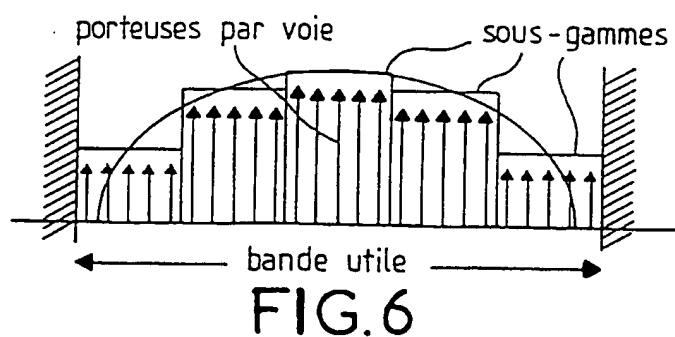
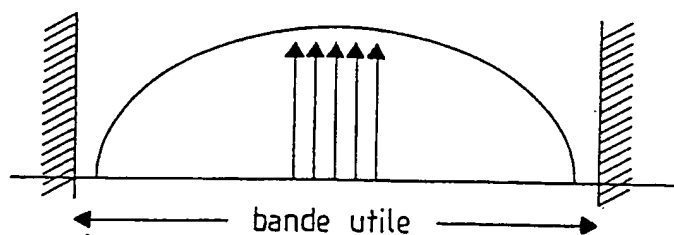
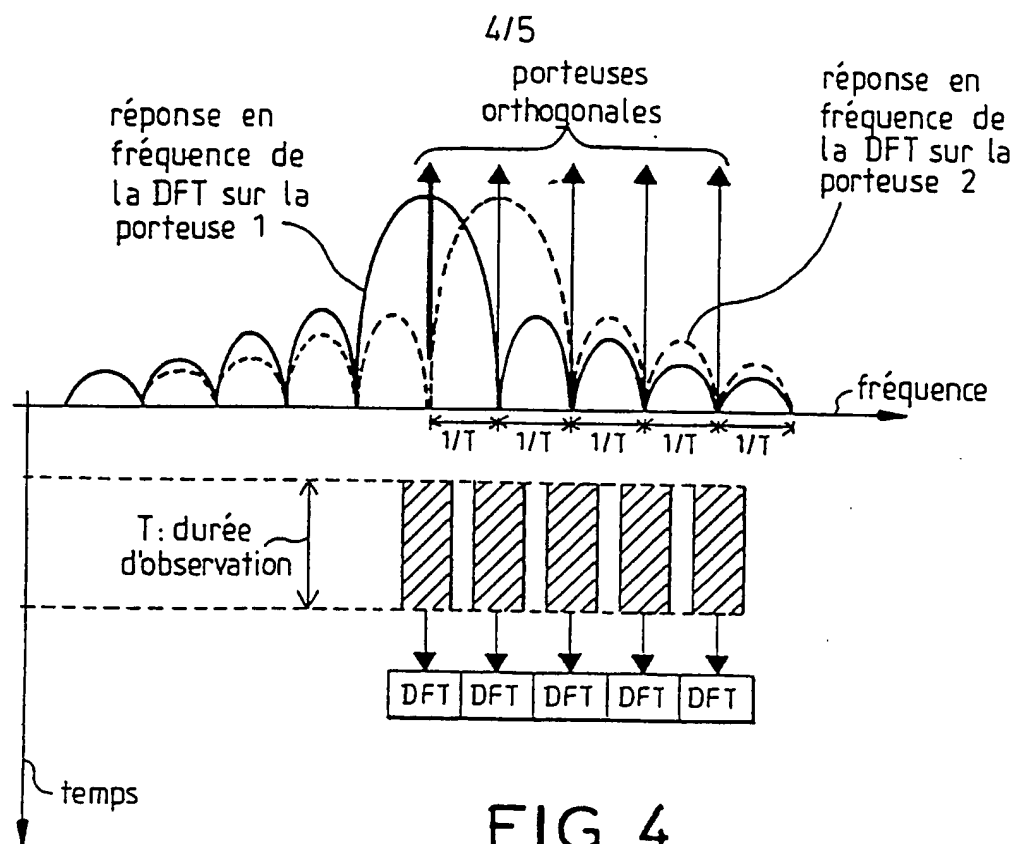


FIG. 3



5/5

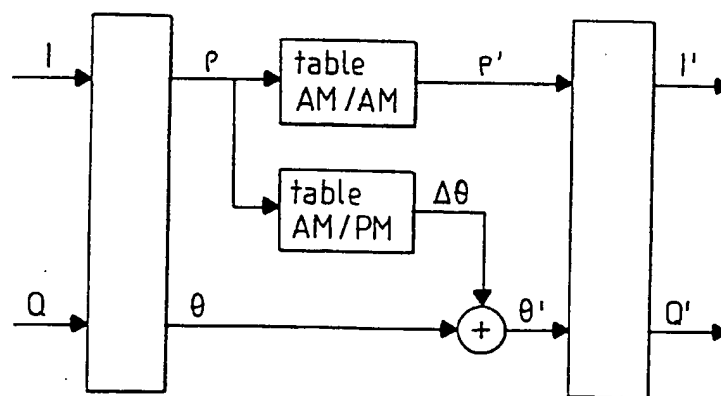
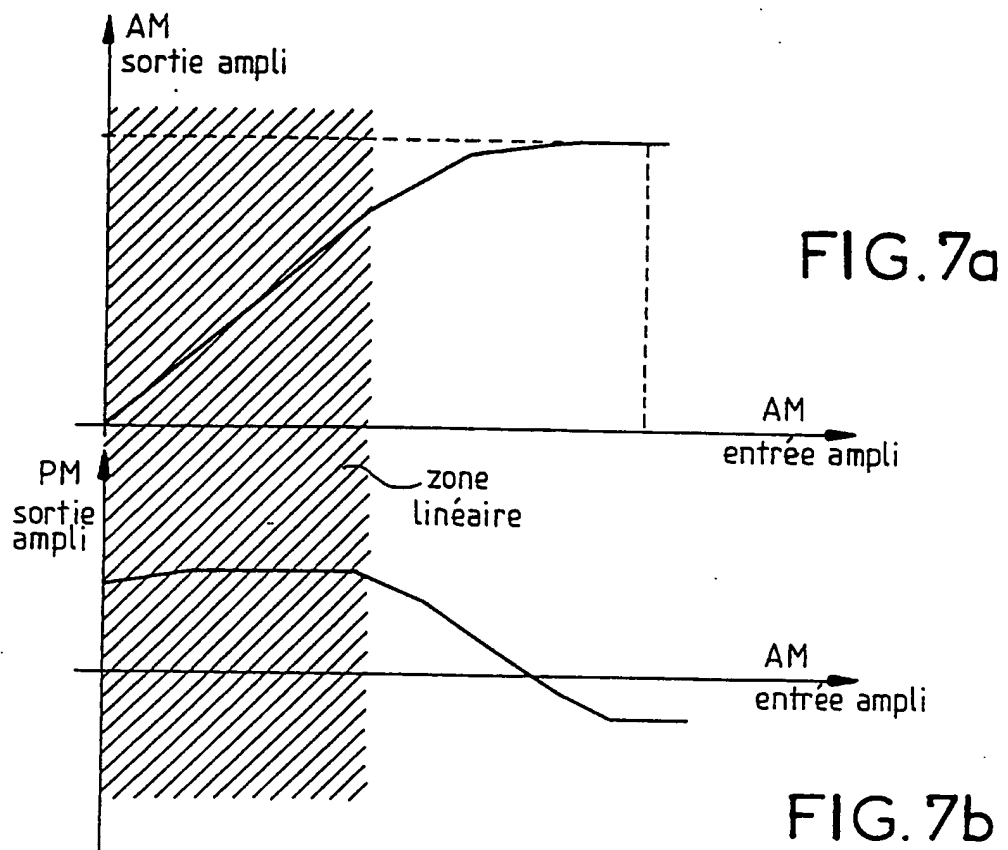


FIG. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PC1/FR 96/00934

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 H04B7/204 H04B7/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US,A,5 260 968 (GARDNER ET AL.) 9 November 1993 see column 2, line 1 - line 30 see column 5, line 60 - column 7, line 5 see column 8, line 40 - column 9, line 56 --- -/--	1-11

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

Δ document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 August 1996

Date of mailing of the international search report

13.09.96

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Canali, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PC1, FR 96/00934

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>MILCOM '92 - 'COMMUNICATIONS - FUSING COMMAND, CONTROL AND INTELLIGENCE' CONFERENCE RECORD (CAT. NO. 92CH3131-0), SAN DIEGO, CA, USA, 11-14 OCT. 1992, ISBN 0-7803-0585-X, 1992, NEW YORK, NY, USA, IEEE, USA, pages 1028-1034 vol.3, XP000577338 AVANT R ET AL: "STGT multiple access beamforming system modelling and analysis" see page 1028, left-hand column, line 22 - right-hand column, line 6 see page 1029, right-hand column, line 36 - line 56 see page 1031, right-hand column, line 36 - page 1032, right-hand column, line 4 ---</p>	1-11
A	<p>CONFERENCE RECORD OF THE TWENTY-SEVENTH ASILOMAR CONFERENCE ON SIGNALS, SYSTEMS AND COMPUTERS (CAT. NO.93CH3312-6), PROCEEDINGS OF 27TH ASILOMAR CONFERENCE ON SIGNALS, SYSTEMS AND COMPUTERS, PACIFIC GROVE, CA, USA, 1-3 NOV. 1993, ISBN 0-8186-4120-7, 1993, LOS ALAMITOS, CA, USA, IEEE COMPUT. SOC. PRESS, USA, pages 1432-1436 vol.2, XP000438543 GERLACH D ET AL: "Base station transmitter antenna arrays with mobile to base feedback" see page 1432, right-hand column, line 5 - page 1433, left-hand column, line 1 see page 1433, right-hand column, line 27 - page 1434, right-hand column, line 25 -----</p>	1,7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR 96/00934

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A-5260968	09-11-93	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demr Internationale No
PC1/FR 96/00934

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 6 H04B7/204 H04B7/04

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 6 H04B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>US,A,5 260 968 (GARDNER ET AL.) 9 Novembre 1993 voir colonne 2, ligne 1 - ligne 30 voir colonne 5, ligne 60 - colonne 7, ligne 5 voir colonne 8, ligne 40 - colonne 9, ligne 56</p> <p style="text-align: center;">--- -/--</p>	1-11

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- "&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

28 Août 1996

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

13.09.96

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Canali, F

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demr Internationale No
PC1/FR 96/00934

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>MILCOM '92 - 'COMMUNICATIONS - FUSING COMMAND, CONTROL AND INTELLIGENCE' CONFERENCE RECORD (CAT. NO. 92CH3131-0), SAN DIEGO, CA, USA, 11-14 OCT. 1992, ISBN 0-7803-0585-X, 1992, NEW YORK, NY, USA, IEEE, USA, pages 1028-1034 vol.3, XP000577338 AVANT R ET AL: "STGT multiple access beamforming system modelling and analysis" voir page 1028, colonne de gauche, ligne 22 - colonne de droite, ligne 6 voir page 1029, colonne de droite, ligne 36 - ligne 56 voir page 1031, colonne de droite, ligne 36 - page 1032, colonne de droite, ligne 4 ---</p>	1-11
A	<p>CONFERENCE RECORD OF THE TWENTY-SEVENTH ASILOMAR CONFERENCE ON SIGNALS, SYSTEMS AND COMPUTERS (CAT. NO.93CH3312-6), PROCEEDINGS OF 27TH ASILOMAR CONFERENCE ON SIGNALS, SYSTEMS AND COMPUTERS, PACIFIC GROVE, CA, USA, 1-3 NOV. 1993, ISBN 0-8186-4120-7, 1993, LOS ALAMITOS, CA, USA, IEEE COMPUT. SOC. PRESS, USA, pages 1432-1436 vol.2, XP000438543 GERLACH D ET AL: "Base station transmitter antenna arrays with mobile to base feedback" voir page 1432, colonne de droite, ligne 5 - page 1433, colonne de gauche, ligne 1 voir page 1433, colonne de droite, ligne 27 - page 1434, colonne de droite, ligne 25 -----</p>	1,7

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No
PCT/FR 96/00934

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US-A-5260968	09-11-93	AUCUN	